

Assessment of Exposure to Ultraviolet and Infrared Radiation and the Effect of Ocular Protection on Workers in the Steel Industry

Saranjam B¹, Mosavianasl Z², Nemati-Ajvadi A¹, Babaei-pouya A*¹

1. Department of Occupational Health Engineering, School of Health, Ardabil University of Medical Sciences, Ardabil, Iran.

2. Department of Occupational Health Engineering, Faculty of Public Health, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran

* *Corresponding author.* Tel: +984533513775, E-mail: amiin.pouya@yahoo.com

Received: Jun 27, 2017 Accepted: Sep 5, 2017

ABSTRACT

Background & objectives: Using different kinds of furnaces and hot processes in the steel industry produces radiation which has adverse effects on the health of the workers. The purpose of this study was to investigate the occupational exposure and the effect of eye protection on workers' in workstations with infrared and ultraviolet radiation.

Methods: This descriptive-analytical study was conducted in one of the Iranian steel industries in 2017. In the current study, we used Hagner apparatus with EC1 -IR and EC1 UV-A modes to measure the infrared and ultraviolet radiation in four positions of back, front shields, protective glasses, and hands. The results were analyzed using SPSS 20 software.

Results: The highest and lowest infrared rays without shields were obtained in a 10-tonne furnace (78.24 mW/cm) and fine-grained melting (12mW/cm²), respectively. The highest and lowest amount of ultraviolet radiation without shields was obtained in continuous cutting at casting machines (4.1m/cm²) and continuous casting control room (0.5mW/cm²), respectively. Protective shields reduced the exposure to below the permissible level in 5 different occupations for IR and in all occupations for UV.

Conclusion: The protective shield of 10-ton kiln and 5-ton kiln should be replaced with an appropriate protective shield. Eye protection equipment significantly reduces the worker's exposure. The training of using the personal protective equipment has an effective role in protection against infrared and ultraviolet radiation.

Keywords: Occupational Exposure; Ultraviolet Radiation; Infrared Radiation; Steel Industry

ارزیابی مواجهه با اشعه فرابنفش و مادون قرمز و تاثیر حفاظ چشمی در کارگران صنعت ذوب فولاد

بهزاد سرانجام^۱، علویه زینب موسویان اصل^۲، علی نعمتی اجودی^۱، امین بابایی پویا^{۱*}

۱. گروه بهداشت حرفه ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اردبیل، ایران

۲. گروه مهندسی بهداشت حرفه ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز، اهواز، ایران

* نویسنده مسئول. تلفن: ۰۴۵۳۳۵۱۳۷۷۵ ایمیل: amiin.pouya@yahoo.com

چکیده

زمینه و هدف: وجود انواع مختلف کوره و فرآیند داغ در صنعت فولاد باعث تولید پرتوهایی می شود که موجب اثرات نامطلوب بر سلامت شاغلین می گردد. هدف از این مطالعه بررسی مواجهه شغلی و تاثیر حفاظ چشمی ایستگاه های کاری کارگران با اشعه مادون قرمز و ماورای بنفش می باشد.

روش کار: این مطالعه بصورت توصیفی- تحلیلی در یکی از صنایع فولاد ایران در سال ۱۳۹۶ انجام گرفت. پرتو فرابنفش و مادون قرمز در ۲۱ ایستگاه کاری در سه نوع کوره بوته ای، تشعشی، کوره های ایستاده، کوره های با شعاع الکترونی و الکتریکی اندازه گیری شد. برای اندازه گیری پرتو مادون قرمز و ماورای بنفش از دستگاه Hagner با مدل های EC₁-IR و EC₁ UV-A در سه موقعیت پشت و جلو شیلد و عینک حفاظتی و پوست دست انجام گرفت و تحلیل نتایج با نرم افزار SPSS-20 انجام شد.

یافته ها: بیشترین و کمترین مقدار پرتو مادون قرمز بدون شیلد به ترتیب در کوره بان ۱۰ تن ($78/4 \text{ mw/cm}^2$) و ذوب ریز کره (12 mw/cm^2) بدست آمد. بیشترین و کمترین مقدار پرتو فرابنفش بدون شیلد به ترتیب در برشکاری شمش ریل تولید ماشین ریخته گری پیوسته (1 mw/cm^2) و اتاق کنترل ماشین ریخته گری پیوسته ($0/5 \text{ mw/cm}^2$) بدست آمد. در صورت استفاده از شیلد حفاظتی در ۵ شغل مختلف باعث کاهش مواجهه پرتو مادون قرمز به زیر حد مجاز می شود و در تمامی شغل های مورد بررسی در صورت استفاده از شیلد حفاظتی میزان مواجهه با پرتو ماوراء بنفش زیر حد مجاز می باشد.

نتیجه گیری: نتایج مطالعه نشان داد که در صورت انتخاب و استفاده مناسب از شیلدهای حفاظتی میزان مواجهه با پرتو فرابنفش و مادون قرمز کاهش قابل ملاحظه ای می یابد. لذا لازم است برنامه های آموزشی مناسبی در جهت ارتقاء استفاده از وسایل حفاظتی در صنعت فولاد صورت گیرد.

واژه های کلیدی: مواجهه شغلی، پرتو ماورای بنفش، پرتو مادون قرمز، صنعت فولاد

دریافت: ۱۳۹۶/۴/۶ پذیرش: ۱۳۹۶/۶/۱۴

مقدمه

صنعت فولاد از جمله صنایعی است که در آن شاغلین در معرض تابش پرتو مادون قرمز می باشند (۱). مکانیسم اصلی اثر مادون قرمز بصورت ایجاد لرزش مولکولی است که منجر به تولید حرارت می گردد و دو اندام هدف پرتو مادون قرمز شامل پوست و

چشم می باشد. دو اندام هدف پرتو مادون قرمز شامل پوست و چشم می باشد. در مواجهه حاد با پرتوهای مادون قرمز احتمال سوختگی وجود دارد. حرارت ایجاد شده در بخش های مختلف چشم در اثر تابش پرتو می تواند بسیار مخاطره آمیز باشد (۲،۳). قرار گرفتن در مقابل کوره آلومینیوم یا آهن سبب

جدی‌ترین آسیب اشعه مادون قرمز و آب مروارید در چشم می‌شود (۴). کنترل تابش‌ها برای تأمین تندرستی نیروی کار، هزینه‌های اقتصادی ناشی از صدمات وارده بر نیروی کار را کاهش می‌دهد (۵). مکانیسم اصلی اثر فرابنفش ایجاد تهییج اتم‌ها است. سه اندام هدف پرتو فرابنفش شامل پوست، چشم و سیستم ایمنی می‌باشد. فوتون‌های پرانرژی تابش فرابنفش می‌تواند باعث سوختگی پوست شود و در مواجهه بیش از حد مجاز و طولانی مدت منجر به سرطان پوست گردد. چشم‌ها نیز می‌توانند به وسیله اثرات فوتوشیمیایی دچار آسیب گردند. قرینه و عدسی در اثر تابش فرابنفش دچار صدماتی بر مبنای فوتوشیمیایی می‌گردند (۶،۷). مواجهه چشم با پرتو فرابنفش می‌تواند منجر به ایجاد کاتاراکت و نیز آسیب به شبکه چشم شود. پرتو فرابنفش می‌تواند سبب تشکیل رادیکال‌های آزاد گردد که منجر به تغییر پروتئین سلول و لیپید پراکسیداسیون می‌شود (۸). مطالعات اخیر نشان داده است که مواجهه قرینه با تابش‌های فرابنفش و مادون قرمز تغییرات پاتولوژیکی در ساختار آن ایجاد می‌کند (۹). مواجهه حاد قرینه با تابش فرابنفش موجب ایجاد ورم ملتحمه می‌شود در حالی که مواجهه مزمن و مکرر موجب ایجاد اثرات در بافت پوششی و بخش قدامی قرینه می‌گردد (۱۰). منابع گسترده اشعه مادون قرمز و فرابنفش و خطرات بهداشتی آن‌ها اندازه‌گیری آنان را ضروری می‌کند. بنابراین، برای هر دو مواجهه حاد و مزمن اجرا و رعایت دستورالعمل‌های موثر ایمنی و بهداشتی و اندازه‌گیری اشعه مادون قرمز و ماوراء بنفش مهم هستند و باید به طور مرتب در هر محل کار بررسی شوند. آب مروارید علت ۴۸ درصد نابینایی در جهان و ۵۵-۵۰ درصد در کشورهای آفریقایی می‌باشد. صنعت فولاد یکی از صنایع پر اهمیت می‌باشد که کارکنان آن با عوامل فیزیکی زیان‌آور مانند صدا، گرما و پرتوها مواجهه دارند. مهمترین پرتوهایی که

در صنایع فولاد کارگران با آن مواجهه دارند پرتوهای فرابنفش و مادون قرمز می‌باشد (۱۱). مطالعات متعددی مواجهه شغلی و غیرشغلی با اشعه ماوراء بنفش جوشکاری و مادون قرمز حین کار در مقابل کوره‌های ذوب مانند فوتوکرایت، اریتما، کاتاراکت، درماتیت و ملانومای پوست را نشان داده‌اند (۱۲). با توجه به اهمیت مواجهه شغلی با پرتو مادون قرمز و ماوراء بنفش در صنعت فولاد و ریخته‌گری به دلیل وجود منابع مختلف مولد از جمله در محل خروج مواد گداخته از محل کوره‌های قوس الکتریکی، القایی و انتقال آن به داخل پاتیل‌های ذوب و در طی مراحل ریخته‌گری، پرس و آهنگری و همچنین وجود پروسه‌هایی مانند جوشکاری و برشکاری، مطالعه حاضر با هدف بررسی مواجهه شغلی کارگران با پرتوها و بررسی تاثیر تجهیزات حفاظت چشمی در کارخانه ذوب فولاد انجام گرفت.

روش کار

مطالعه حاضر بصورت توصیفی-تحلیلی بود. محل مطالعه یکی از صنایع فولاد مرکزی کشور بوده و در پاییز سال ۱۳۹۶ انجام گرفت. این مطالعه در ۲۱ ایستگاه کاری با منابع اشعه مادون قرمز و فرابنفش انجام گرفت. ایستگاه‌های کاری شامل: کوره بان ۱۰ تن، کوره بان ۵ تن، اپراتور جرثقیل ۱۰ تن، ذوب ریز کوره، اپراتور ماشین ریخته‌گری پیوسته، اتاق کنترل ماشین ریخته‌گری پیوسته، برشکار شمش ریل تولید ماشین ریخته‌گری پیوسته بودند (تصویر ۱ و ۲). روش نمونه‌گیری به صورت در دسترس بود. هدف مطالعه برای تمام شرکت‌کنندگان شرح داده شد. اطلاعات دموگرافیک تمامی ۶۶ نفر شرکت‌کننده توسط پژوهشگر ثبت گردید. انواع کوره‌های به کاررفته در این مطالعه به ترتیب عبارت بودند از کوره‌های بوت‌ای، کوره‌های تشعشی، کوره‌های ایستاده، کوره‌های الکتریکی، کوره‌های با شعاع الکترونی، که کوره‌های الکتریکی مشتمل بر ۳ نوع



تصویر ۲. ایستگاه کاری اپراتور اتاق کنترل ماشین ریخته‌گری پیوسته

یافته‌ها

در مطالعه حاضر تمام شاغلین مرد بودند و میانگین سنی افراد ۳۳/۹ سال، میانگین سابقه کاری ۴/۴ سال و میزان تحصیلات آن‌ها ۱۲ درصد فوق دیپلم، ۵۱ درصد دیپلم و ۳۷ درصد زیر دیپلم بودند (جدول ۱). اندازه‌گیری ماورای بنفش و مادون قرمز در ۶۳ ناحیه مختلف انجام شد. در ۴۶ مورد (جلو شیلد یا عینک حفاظتی، پشت شیلد یا عینک حفاظتی و دست) از اندازه‌گیری مادون قرمز بیشتر از حد مجاز بود. کوره بان ۱۰ تن بیشترین مواجهه مادون قرمز را نشان داد. در ایستگاه کاری کوره بانان ۵ تن نیز (ضمن یکسان بودن زمان مواجهه با کوره ۱۰ تن) مقادیر ثبت شده بیشتر از حد مجاز بوده اند. در ایستگاه‌های کاری اپراتورهای جرثقیل ۱۰ تن، ذوب ریز کوره، اپراتورهای ماشین ریخته‌گری پیوسته، اتاق کنترل ماشین ریخته‌گری پیوسته و برشکاران شمش ریل ماشین ریخته‌گری پیوسته بجز در موقعیت اندازه‌گیری پشت شیلد که در حد مجاز بود سایر موارد بیشتر از حد مجاز می‌باشد.

مقاومتی، القایی و قوس الکتریکی بودند. در مطالعه فعلی اندازه‌گیری صورت گرفته برای کوره‌های القایی ۵ و ۱۰ تن بوده است. در این بررسی برای اندازه‌گیری پرتو مادون قرمز از دستگاه Hagner مدل EC₁-IR و برای اندازه‌گیری پرتوهای فرابنفش از دستگاه Hagner مدل EC₁ UV-A استفاده گردید (۱۳، ۱۴). تمامی افرادی که در موقعیت‌هایی کاری در مواجهه با این پرتوها بودند، وارد مطالعه شدند و تمام اندازه‌گیری‌ها در نوبت صبح انجام شد. همچنین محل اندازه‌گیری در نواحی مواجهه چشم و دست افراد بوده است. اندازه‌گیری‌های بدست آمده با مقادیر استاندارد مجاز مواجهه شغلی ایران (OEL)^۱ مقایسه شده و در حد مجاز بودن یا غیرمجاز بودن آن تعیین گردید. تحلیل داده‌های اندازه‌گیری شده با استفاده از آزمون آماری تی زوجی^۲ و نرم افزار SPSS-20 انجام گرفت و میزان موثر بودن استفاده از تجهیزات حفاظت چشم مورد ارزیابی قرار گرفت (۱۵).



تصویر ۱. ایستگاه اپراتور ذوب ریز

¹ Occupational Exposure Level

² Paired Samples T Test

اندازه‌گیری ماورای بنفش نیز در ۶۳ ناحیه اندازه‌گیری شد که فقط در ۴ مورد (جلو شیلد یا عینک حفاظتی و دست) بیشتر از حد مجاز بود. اندازه‌گیری پرتو ماورای بنفش در ایستگاه‌ها نشان داد در کوره بان ۱۰ تن، کوره بان ۵ تن، اپراتورهای جرثقیل ۱۰ تن، ذوب ریز کوره، اپراتورهای ماشین ریخته‌گری پیوسته و اتاق کنترل ماشین ریخته‌گری پیوسته مقدار اندازه‌گیری کمتر از حد مجاز می‌باشد. و در برشکار شمش ریل تولید ماشین ریخته‌گری پیوسته بیشترین مواجهه با ماورای بنفش را داشت. (جدول ۳ و ۲).

جدول ۱. اطلاعات دموگرافیکی

عنوان	معیار	مقدار
سن (سال)	میانگین	۳۳/۹
	انحراف معیار	۳/۷
	حداقل	۲۲
	حداکثر	۵۴
سابقه کار (سال)	میانگین	۴/۴
	انحراف معیار	۱/۲
	حداقل	۱
	حداکثر	۶
تاهل	متاهل	۶۱(۹۲٪)
	مجرد	۵(۸٪)
تحصیلات	زیر دیپلم	۲۴(۳۷٪)
	دیپلم	۳۴(۵۱٪)
	فوق دیپلم	۸(۱۲٪)

جدول ۲. اندازه‌گیری پرتو مادون قرمز

ایستگاه اندازه‌گیری	مدت زمان مواجهه (دقیقه)	موقعیت اندازه‌گیری	مقدار اندازه‌گیری mw/cm ²	حدود مجاز مواجهه mw/cm ²	تفسیر نتایج
کوره بان ۱۰ تن	۳۲۰	چشم	جلوی شیلد	۷۸/۴	بیشتر از حد مجاز
		چشم	پشت شیلد	۱۹/۵	بیشتر از حد مجاز
		دست		۶۰/۵	بیشتر از حد مجاز
کوره بان ۵ تن	۳۲۰	چشم	جلوی شیلد	۴۷	بیشتر از حد مجاز
		چشم	پشت شیلد	۱۸/۵	بیشتر از حد مجاز
		دست		۴۷	بیشتر از حد مجاز
اپراتور جرثقیل ۱۰ تن	۳۲۰	چشم	جلوی شیلد	۳۵/۲	بیشتر از حد مجاز
		چشم	پشت شیلد	۵/۲	کمتر از حد مجاز
		دست		۱۶/۷	بیشتر از حد مجاز
ذوب ریز کوره	۱۷۰	چشم	جلوی شیلد	۱۲	بیشتر از حد مجاز
		چشم	پشت شیلد	۵/۶	کمتر از حد مجاز
		دست		۱۱	بیشتر از حد مجاز
اپراتور ماشین ریخته‌گری پیوسته	۲۱۰	چشم	جلوی شیلد	۱۹/۴	بیشتر از حد مجاز
		چشم	پشت شیلد	۴/۵	کمتر از حد مجاز
		دست		۴۰/۶	بیشتر از حد مجاز
اتاق کنترل ماشین ریخته‌گری پیوسته	۲۵۰	چشم	جلوی شیلد	۱۹/۳	بیشتر از حد مجاز
		چشم	پشت عینک	۴/۵	کمتر از حد مجاز
		دست		۲۰	بیشتر از حد مجاز
برشکار شمش ریل تولید ماشین ریخته‌گری پیوسته	۹۰	چشم	جلوی شیلد	۱۴/۱	بیشتر از حد مجاز
		چشم	پشت شیلد	۶/۵	کمتر از حد مجاز
		دست		۲۰/۲	بیشتر از حد مجاز

جدول ۳. اندازه گیری پرتوهای فرابنفش

ایستگاه اندازه گیری	مدت زمان مواجهه (دقیقه)	موقعیت اندازه گیری	مقدار اندازه گیری mw/cm ²	حدود مجاز مواجهه mw/cm ²	تفسیر نتایج
کوره بان ۱۰ تن	۳۲۰	چشم	جلوی شیلد	۰/۹۵	کمتر از حد مجاز
		پشت شیلد	۰/۴۴	۱	کمتر از حد مجاز
		دست	۰/۹	۱	کمتر از حد مجاز
کوره بان ۵ تن	۳۲۰	چشم	جلوی شیلد	۰/۸۶	کمتر از حد مجاز
		پشت شیلد	۰/۳۵	۱	کمتر از حد مجاز
		دست	۰/۸۵	۱	کمتر از حد مجاز
اپراتور جرثقیل ۱۰ تن	۳۲۰	چشم	جلوی شیلد	۰/۹	کمتر از حد مجاز
		پشت شیلد	۰/۳۸	۱	کمتر از حد مجاز
		دست	۰/۷۸	۱	کمتر از حد مجاز
ذوب ریز کوره	۱۷۰	چشم	جلوی شیلد	۰/۷	کمتر از حد مجاز
		پشت شیلد	۰/۳۱	۱	کمتر از حد مجاز
		دست	۰/۶	۱	کمتر از حد مجاز
اپراتور ماشین ریخته گری پیوسته	۲۱۰	چشم	جلوی شیلد	۰/۸۲	کمتر از حد مجاز
		پشت شیلد	۰/۲	۱	کمتر از حد مجاز
		دست	۰/۶۶	۱	کمتر از حد مجاز
اتاق کنترل ماشین ریخته گری پیوسته	۲۵۰	چشم	جلوی شیلد	۰/۵	کمتر از حد مجاز
		پشت عینک	۰/۱۱	۱	کمتر از حد مجاز
		دست	۰/۵	۱	کمتر از حد مجاز
برشکار شمش ریل تولید ماشین ریخته گری پیوسته	۹۰	چشم	جلوی شیلد	۴/۱	بیشتر از حد مجاز
		پشت شیلد	۰/۸۱	۱	کمتر از حد مجاز
		دست	۴/۸	۱	بیشتر از حد مجاز

بحث

با در نظر داشتن زمان مواجهه یکسان (۳۲۰ دقیقه) کوره بانان کوره ۱۰ تن نسبت به کوره ۵ تن با مقادیر بالاتری از پرتو مادون قرمز مواجهه دارند. مواجهه با پرتو مادون قرمز در ۱۷ مورد مربوط به پشت شیلد و عینک حفاظتی کمتر از حد مجاز می باشد که نشان داد شیلد و عینک حفاظتی مناسبی انتخاب شده است و فقط در مورد شیلد حفاظتی کوره بان ۱۰ تن و کوره بان ۵ تن باید شیلد حفاظتی مناسب قرار داده شود.

اندازه گیری ماورای بنفش فقط در برشکار شمش ریل بیشتر از حد مجاز بود و در بقیه نقاط کمتر از حد مجاز می باشد. حفاظهای مورد استفاده در مقابل ماورای بنفش مناسب ارزیابی گردید. کلیه شاغلین

در ایستگاههای کاری مختلف ملزم به استفاده از دستکش حفاظتی می باشند. مطالعه ای که وطنی و همکاران برای ارزیابی پرتو فرابنفش در مس سرچشمه انجام دادند نشان داد که میزان پرتو فرابنفش در قسمت برشکاری بیشتر از قسمت های دیگر می باشد (منبع وارد شود: ارزیابی میزان مواجهه با اشعه فرابنفش در جوشکاران مجتمع مس سرچشمه) همچنین مطالعه ای که قنبری و همکاران برای ارزیابی مواجهه شغلی پرتو فرابنفش و مادون قرمز در صنعت فولاد انجام دادند نشان داد که میزان پرتو فرابنفش و مادون قرمز بیشتر از مشاغل دیگر بود (ارزیابی مواجهه شغلی با پرتوهای فرابنفش و مادون قرمز ایستگاههای کاری افراد در صنعت فولاد). این مطالعات نشان می دهد که برشکاری

می‌تواند یکی از شغل‌های با ریسک بالا در مواجهه با پرتو فرابنفش باشد.

بریتن و همکاران در ارزیابی میزان مواجهه پرتوهای مادون قرمز نتیجه گرفتند میزان مواجهه و زمان مواجهه با اشعه مادون قرمز بیش از حد مجاز می‌باشد که با یافته‌های این مطالعه همخوانی دارد (۱۶،۱۷). مطالعه لیدال و همکاران بر روی کارگران شیشه‌سازی نشان داد قرارگرفتن در معرض اشعه مادون قرمز باعث افزایش تغییرات پیری در لنز می‌شود. تمام کارگران با اشعه مادون قرمز و ماورای بنفش باید با حفاظت چشم مناسب مجهز شوند (۴). مطالعه اسلاگور و همکاران در خصوص خطر افزایش آب مروارید در بین جوشکارهای فلزی دانمارک که با جوشکاری قوس از سال ۱۹۵۰ تا ۱۹۸۵ کار می‌کردند مشاهده نشد. این یافته‌ها را می‌توان به اثربخشی تجهیزات ایمنی فردی نسبت داد (۱۸). مطالعه قنبری و همکاران نشان داد میزان مواجهه با پرتو فرابنفش بیش از حد مجاز بوده و در بعضی واحدها نیز مواجهه با پرتو مادون قرمز بالاتر از آستانه مجاز داشتند و باید اقدامات مداخله‌ای را برای کاهش مواجهه انجام داد (۱۳). در مطالعه زمانیان و همکاران نیز که به بررسی مواجهه جوشکاران با پرتوهای فرابنفش پرداخته است میزان زمان کاری مواجهه بیشتر از حد مجاز بود (۱۹). نتایج این مطالعه همانند مطالعه صحرانورد نشان داد تجهیزات حفاظت چشم به طور مؤثری میزان مواجهه شاغلین با پرتوهای مادون قرمز و ماورای بنفش را کاهش می‌دهند (۱۴). همچنین می‌بایست توجه داشت مقدار توصیه شده حد مجاز نباید به عنوان مرز قابل قبول مواجهه با پرتوهای مذکور قرار گیرد. در مبحث مواجهه با پرتوهای الکترومغناطیس، اصل ALARA^۱ (کمترین میزان قابل قبول دز پرتو)

^۱ As Low As Reasonably Achievable

وجود دارد و به معنای این است که تا جایی که امکان دارد باید پرتوگیری را کم نمود (۲۰). کارآبودن وسایل حفاظت فردی می‌توانند نقش مؤثری در حفاظت در برابر اشعه مادون قرمز داشته باشند، در مطالعه میلر و همکاران بر استفاده از تجهیزات حفاظت فردی در کاهش پرتوگیری شغلی تأکید گردیده است (۲۱،۲۲).

نتیجه گیری

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که افراد شاغل در صنعت مورد نظر در مواجهه با پرتوهای غیریونیزان فرابنفش و مادون قرمز قرار دارند و باید اقدامات مداخله‌ای را برای کاهش مواجهه انجام داد. نتایج نشان داد که تجهیزات حفاظت چشمی بطور معنی دار سبب کاهش مواجهه کارگران با پرتوهای مادون قرمز و ماورای بنفش می‌گردد ($p < 0.001$). اقداماتی مانند کاهش مدت زمان مواجهه، ایجاد فاصله کافی بین منبع و فرد، جداکردن منبع تابش از فرد و محصورسازی و استفاده از لباس کار، دستکش و شیلد حفاظتی چشم و صورت با درجه تیرگی مناسب می‌تواند برای کاهش شدت این پرتوها در نظر گرفته شود. همچنین باید به شاغلین آموزش‌های لازم در مورد خطرات چشمی و پوستی اشعه ماورای بنفش و مادون قرمز داده شود و چشم و پوست تمام شاغلین به طور منظم مورد بررسی و معاینه قرار گیرد تا از اختلالات و ایجاد بیماری در این دو عضو مهم بدن پیشگیری شود.

تشکر و قدردانی

نویسندگان برخود لازم می‌دانند از کلیه کارکنان صنعت فولاد که در این پژوهش مشارکت کردند و با همکاری خود اجرای این پژوهش را امکان پذیر نمودند، قدردانی نمایند.

References

1. Lydahl E, Glansholm A, Levin M. Ocular exposure to infrared radiation in the Swedish iron and steel industry. *Health Physics*. 1984 Mar;46(3):529-36.
2. International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection. ICNIRP statement on far infrared radiation exposure. *Health Physics*. 2006 Dec 1;91(6):630-45.
3. Mohammadian M, Charkhloo E. Intensity of Solar Ultraviolet-A Radiation at Date Harvest Time in Groves around Jiroft, Southeastern Iran, 2017. *The international journal of occupational and environmental medicine*. 2018 Apr 18;9(2 April):1273-06.
4. LYDAHL A, Philipson B. Infrared radiation and cataract II. Epidemiologic investigation of glass workers. *Acta ophthalmologica*. 1984 Dec;62(6):976-92.
5. Sisto R, Pinto I, Stacchini N, Giuliani F. Infrared radiation exposure in traditional glass factories. *AIHAJ-American Industrial Hygiene Association*. 2000 Jan 1;61(1):5-10.
6. International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection. Guidelines on limits of exposure to ultraviolet radiation of wavelengths between 180 nm and 400 nm (incoherent optical radiation). *Health Physics*. 2004 Aug 1;87(2):171-86.
7. Fouladi Dehaghi B BA, Mosavianasl Z. Intensity of Illumination and Ultraviolet Radiation in Study Rooms of Ahvaz Jundishapoor University of Medical Sciences. *oeh*. 2017;2(4):25-292.
8. Van Kuijk FJ. Effects of ultraviolet light on the eye: role of protective glasses. *Environmental health perspectives*. 1991 Dec;96:177-84.
9. Doughty MJ, Cullen AP. Long-term effects of a single dose of ultraviolet-B on albino rabbit cornea—II. Deturgescence and fluid pump assessed in vitro. *Photochemistry and photobiology*. 1990 Apr;51(4):439-49.
10. OLSEN EG, RINGVOLD A. Human cornea endothelium and ultraviolet radiation. *Acta ophthalmologica*. 1982 Feb;60(1):54-6.
11. Peng CY, Lan CH, Juang YJ, Tsao TH, Dai YT, Liu HH, Chen CJ. Exposure assessment of aluminum arc welding radiation. *Health physics*. 2007 Oct 1;93(4):298-306.
12. Megbele Y, Lam KB, Sadhra S. Risks of cataract in Nigerian metal arc welders. *Occupational medicine*. 2012 Jan 6;62(5):331-6.
13. Ghanbary Sartang A, Palyzban F, Mohammadpour H. Occupational exposure to ultraviolet and infrared radiation in a steel industry. *Journal of Preventive Medicine*. 2017 Jan 15;3(4):53-8.
14. Sahranavard Y, Karami M, Kalantary S. The effect of eye protection equipment on protection of workers against Ultraviolet and Infrared Radiations. *Safety Promotion and Injury Prevention*. 2015 Sep 23;3(2):91-6.
15. Wildhagen K, Woll R. Light injuries from ultraviolet and infrared exposure. *Deutsche medizinische Wochenschrift* (1946). 1994 Mar;119(9):323-.
16. Brittain GP. Retinal burns caused by exposure to MIG-welding arcs: report of two cases. *British journal of ophthalmology*. 1988 Aug 1;72(8):570-5.
17. Giahi O, Khoubi J, Barkhordari A, Darvishi E, Ebrahimzadih M. Assessment of Fumes Generated from Cutting of Scrap Metals by AAS and ICP-AES in a Steel Industry. *journal of health*. 2014 Apr 15;5(1):29-35.
18. Slagor RM, La Cour M, Bonde JP. The risk of cataract in relation to metal arc welding. *Scandinavian journal of work, environment & health*. 2016 Sep 1;42(5):447-53.
19. Zamanian Z, Mortazavi SM, Asmand E, Nikeghbal K. Assessment of health consequences of steel industry welders' occupational exposure to ultraviolet radiation. *Int J Prev Med*. 2015; 6: 123.
20. Guénel P, Laforest L, Cyr D, Févotte J, Sabroe S, Dufour C, Lutz JM, Lynge E. Occupational risk factors, ultraviolet radiation, and ocular melanoma: a case-control study in France. *Cancer Causes & Control*. 2001 Jun 1;12(5):451-9.
21. Miller DL, Vañó E, Bartal G, Balter S, Dixon R, Padovani R, Schueler B, Cardella JF, De Baère T. Occupational radiation protection in interventional radiology: a joint guideline of the Cardiovascular and Interventional Radiology Society of Europe and the Society of Interventional Radiology. *Cardiovascular and interventional radiology*. 2010 Apr 1;33(2):230-9.
22. Mosavianasl Z, Babaeipouya A, Borun R. Evaluation of Human Reliability in Steel Industry Using SPAR-H and CREAM Techniques. *PAKISTAN JOURNAL OF MEDICAL & HEALTH SCIENCES*. 2018 Apr 1;12(2):901-5.